

# Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Oksida Sulfur (SO<sub>x</sub>) di Udara Ruangan akibat Pembakaran Briket Ampas Sagu

Hafidawati<sup>a\*</sup>, Elvi Yenie<sup>a</sup>, Hafiz Aulia Naufal<sup>a</sup>, Abdul Manan<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Universitas Riau, Pekanbaru 28293, Indonesia

<sup>b</sup>Sentra Sagu Terpadu, Sungai Tohor, Kepulauan Meranti 28753, Indonesia

## ARTICLE HISTORY

Received : 28-10-2024

Accepted : 24-11-2024

Published : 25-11-2024

## Keywords

Ampas Sagu

Briket

Emisi Gas

Pembakaran

Udara Ruangan

\*corresponding author:

Email: [hafidawati@lecturer.unri.ac.id](mailto:hafidawati@lecturer.unri.ac.id)



## ABSTRACT

*Sungai Tohor area, Meranti Islands, Riau, is a producer of sago in Indonesia and has great potential as a producer of sago flour. Sago flour production also produces waste in the form of sago dregs. Sago utilisation in Meranti Regency is still limited, sago stems (tual) are processed in factories (sago refineries) to produce sago flour with a production volume of 450,000 tonnes/year. This sago processing also produces side waste in the form of sago pulp as much as 75-83%. This provides potential in the utilisation of sago pulp as an environmentally friendly alternative energy source. This research aims to develop biopellets from sago pulp as a biomass fuel that can replace fossil fuels. The analysis results show that sago pulp biopellets have a moisture content of 8.22%, ash content of 30.51%, volatile matter of 22.01%, and calorific value of 4,599 cal/g, which fulfils the SNI 01-6235-2000 standard. The CO and SO<sub>x</sub> gas emission measurements from the combustion of biopellets were below the threshold set in the Regulation of the Indonesian Minister of Health No. 1077 Year 2011 and SNI 7626-2013. The thermal efficiency of combustion reached 28.15%, indicating that sago pulp biopellets have great potential as an efficient and environmentally friendly biomass fuel, supporting sustainable energy transition in Indonesia.*

## 1. PENDAHULUAN

Energi memainkan peran penting dalam kehidupan manusia, terutama dalam bentuk energi listrik, minyak bumi, dan gas. Peningkatan permintaan energi akibat pertumbuhan populasi dan kemajuan teknologi menyebabkan keterbatasan ketersediaan energi, yang berujung pada kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, konsumsi energi di Indonesia diperkirakan akan meningkat hingga 3.500 Mtoe pada tahun 2030, sehingga ketergantungan pada energi fosil yang bersifat tidak terbarukan semakin tinggi (Kementerian ESDM, 2021). Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif untuk menjamin ketersediaan energi di masa depan, salah satunya melalui penggunaan energi terbarukan yang berasal dari sumber daya yang melimpah dan ekonomis.

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi biomassa, terutama dari limbah ampas sagu yang dihasilkan dari industri pengolahan sagu. Ampas sagu merupakan salah satu jenis biomassa yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal. Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan sekitar 1,5 juta ton ampas sagu per tahun (BPS, 2022). Dengan mengolah ampas sagu menjadi energi biomassa, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil serta menyediakan alternatif bahan bakar ramah lingkungan untuk kebutuhan rumah tangga, terutama dalam memasak.

Namun, penggunaan briket biomassa menghadapi tantangan, terutama terkait dengan emisi gas pencemar selama proses pembakaran. Gas seperti karbon monoksida (CO) dan oksida sulfur (SO<sub>x</sub>) dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Menurut World Health Organization (WHO), paparan gas beracun ini dapat meningkatkan risiko gangguan pernapasan (WHO, 2021). Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengujian terhadap karakteristik proksimat briket, kinerja pembakaran pada kompor biomassa, serta konsentrasi gas pencemar yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya (Hafidawati, 2022) mengenai pemanfaatan ampas sagu menjadi briket arang menunjukkan bahwa karakteristik briket ampas sagu hasil uji proksimat memiliki nilai kalor sebesar 4.599 kal/g, yang belum memenuhi standar nilai kalor 5.000 kal/g (SNI 01-6235-2000). Selain itu, hasil pengukuran konsentrasi gas CO dari pembakaran briket ampas sagu berbentuk silinder berongga adalah 404 mg/Nm<sup>3</sup>, yang sudah berada di bawah baku mutu sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 47 Tahun 2006.

Untuk meningkatkan kualitas briket limbah sagu ini, penelitian dikembangkan lebih lanjut dengan mencampur ampas sagu dengan kulit batang sagu sehingga diperoleh nilai kalor briket sebesar 5.800 kal/g, yang memenuhi standar nilai kalor menurut SNI 01-6235-2000 (Hafidawati, 2023). Namun, penelitian ini masih memiliki kekurangan, di mana kadar *volatile organic matter* yang dihasilkan melebihi standar kualitas briket yang ditetapkan dalam SNI 01-6235-2000. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kualitas lebih lanjut dengan mengolah ampas sagu menjadi biobriket.

Briketisasi bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar biomassa dengan volume yang secara signifikan lebih kecil dan densitas energi lebih tinggi, sehingga lebih efisien dalam proses penyimpanan, transportasi, dan konversi menjadi bentuk energi lainnya (Anugrah, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi briket berkualitas dari ampas sagu serta mengkaji beberapa aspek terkait. Pertama, karakteristik proksimat briket yang dihasilkan akan diuji untuk menilai kualitas bahan bakar yang dihasilkan. Kedua, konsentrasi gas CO dan SO<sub>x</sub> yang dilepaskan selama pembakaran akan diukur dan dibandingkan dengan standar kualitas udara yang berlaku, guna menilai potensi dampak kesehatan yang mungkin timbul. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan mendukung transisi energi berkelanjutan di Indonesia.

## 2. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

Peralatan pengukuran konsentrasi emisi gas yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Environmental Combustion Analyzer* Model 450 untuk mengukur konsentrasi emisi yang dihasilkan dari pembakaran dapat dilihat pada Gambar 1. Dengan spesifikasi alat:

- 1) Dimensi : panjang 470 mm, lebar 343 mm, dan tinggi 229 mm
- 2) Berat : 11,34 kg
- 3) Warm up : 60 detik

4) Waktu sampling : 15 menit



**Gambar 1.** *Environmental Combustion Analyzer Model 450*

2. Pada peralatan pengukuran konsentrasi emisi gas juga menggunakan sungkup untuk menangkap emisi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2 dengan dimensi:
- Diameter sungkup : 80 cm
  - Diameter pipa : 7,2 cm
  - Diameter lubang : 1 cm
  - Jarak antar lubang : 10 cm
  - Panjang probe masuk kedalam pipa : 3,6 cm
  - Tinggi sungkup : 100 cm



**Gambar 2.** Sungkup

3. Kompor biomassa sebagai tempat pembakaran briket dapat dilihat pada Gambar 3 dengan dimensi kompor diameter 22,4 cm dan tinggi 12,2 cm.



**Gambar 3.** Kompor Biomassa

4. Stopwatch sebagai alat untuk mengukur lama pembakaran.

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan briket pada penelitian ini adalah limbah industri olahan sagu yaitu ampas sagu, pati sagu dan air untuk membuat perekat sertadiperlukan spritus untuk membuat nyala api pada briket. Ampas sagu didapatkan dari pengolahan di Usaha Tepung Sagu Sentra Terpadu Sungai Tohor.

## 2.2 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian karakteristik dan nilai kalor briket ampas sagu terlebih dahulu untuk mengetahui potensi ampas sagu sebagai bahan baku briket. Dilanjutkan pembuatan briket dan pembakaran sehingga dapat diketahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan sulfur oksida (SO<sub>x</sub>) dalam ruang yang dihasilkan dari pembakaran. Proses pembuatan briket mengacu kepada standar SNI 01-6235-2000 tentang briket arang kayu dengan kondisi optimum yang digunakan dalam pembuatan briket ampas sagu dari penelitian sebelumnya yaitu berdasarkan Denitasari (2011) dan Agustinus (2013).

Briket ampas sagu kemudian dilakukan uji pembakaran untuk mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan sulfur oksida (SO<sub>x</sub>) yang dihasilkan dari pembakaran dengan menggunakan kompor biomassa. Susunan briket ampas sagu di dalam tungku pembakaran sebanyak 2/3 dari ruang pembakaran (Geombira, 2019). Pada penelitian ini, metode pengukuran konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan sulfur oksida (SO<sub>x</sub>) yang diterapkan adalah metode analisis pengukuran gas impinger (absorpsi gas oleh absorban) dengan peralatan spektrofotometer. Sampling dilakukan dengan metode *Water Boiling test* dengan memanaskan air sekitar 250 ml menggunakan kompor biomassa berbahan bakar briket ampas sagu.

### Prosedur Pembuatan Briket

Prosedur pembuatan briket dan kondisi optimal briket mengacu kepada hasil penelitian Affandi (2018) tentang karakteristik briket ampas sagu. Pencampuran dengan perekat pati sagu memiliki perbandingan pati sagu dengan air yaitu 1:10 dan konsentrasi perekat yang dicampurkan sebanyak 5% dari berat total bahan baku kemudian ditekan dengan tekanan 100 kg/cm<sup>2</sup> (97 atm).

### Prosedur Pengambilan Sampel CO dan SO<sub>x</sub>

Pengambilan sampel dilakukan terhadap pembakaran briket ampas sagu dengan menggunakan kompor biomassa. Briket disusun di dalam kompor tinggi unggun 2/3 dari ketinggian ruang bakar kompor yakni 7 cm. Proses pengujian pembakaran briket dalam proses memasak air untuk mendapatkan data konsentrasi emisi gas CO dan SO<sub>x</sub>. dengan massa briket digunakan 150 g sekali pembakaran, yang dilakukan sebanyak dua kali pengujian.

Rumus untuk perhitungan konsentrasi gas CO dalam udara ruang sesuai dengan prosedur pengujian yang diuraikan sebagai berikut:

$$CO = \frac{\left[\frac{Y+0,0099}{0,0797}\right] \times \text{Vol. Larutan Akhir (L)} \times \text{Suhu(K)} \times 760\text{mmHg} \times \text{Berat Molekul}\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) \times 10^6}{\text{Laju Aliran}\left(\frac{\text{L}}{\text{menit}}\right) \times \text{Waktu Sampling (60 menit)} \times P (\text{mmHg}) \times 298\text{K} \times 24,45\left(\frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)} \quad (1)$$

Sedangkan untuk analisis perhitungan konsentrasi gas sulfur oksida (SOx) dalam ruang sesuai dengan prosedur SNI 19-7119.7-2017 yang diuraikan sebagai berikut:

$$C = \frac{a}{v} \times 1000 \quad (2)$$

Kemudian hasil pengukuran akan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruangan, sehingga perlu dilakukannya konversi satuan konsentrasi dalam ppm dan konversi waktu paparan selama 24 jam untuk konversi satuan konsentrasi  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ke ppm.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di sentra industri Pengolahan Tepung Sagu. Kawasan Sentra industri pengolahan tepung sagu yang berada di Desa Sungai Tohor, Kecamatan Tebing Tinggi Barat, Kepulauan Meranti. Lokasi kawasan kilang sagu Sentra Sagu terpadu Kilang sagu Sungai Tohor dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Lokasi Kawasan Terpadu Sentra Sagu Sungai Tohor

Kawasan ini terletak di Sungai Tohor, Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau, Indonesia. Wilayah ini dikenal karena lahan yang subur serta keberadaan hutan sagu yang melimpah. Sungai Tohor memiliki potensi besar dalam pengembangan sagu, baik dari segi produksi maupun pengolahan. Kawasan ini berfokus pada budidaya tanaman sagu dengan upaya meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen.

Pengembangan kawasan ini bertujuan untuk menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat setempat, meningkatkan pendapatan petani, dan memperkuat perekonomian lokal. Kawasan ini juga berpotensi berfungsi sebagai pusat penelitian untuk pengembangan teknologi baru dalam budidaya dan pengolahan sagu, termasuk inovasi dalam metode pemanenan dan pengolahan.

## Analisis Data

### Analisis Proksimat Bahan Baku dan Briket Ampas Sagu :

**Tabel 1.** Hasil Uji Proksimat Bahan Baku Ampas Sagu

Pengujian	Hasil Uji		SNI*
	Ampas Sagu	Briket Ampas sagu	
Kadar Air (%)	21.92	8.2	≤ 8
Kadar Abu (%)	34.41	22.01	≤ 8
Volatile Matter (%)	40.83	30.51	≤ 15
Nilai Kalor (kal/g)	4.000	4.599	≥ 5000

\*SNI 016235-2000)

Tabel 1 merupakan rekapitulasi hasil pengujian bahan baku dan briket menunjukkan hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar air, kadar abu, kadar zat menguap (volatile matter) dan kenaikan nilai kalor setelah bahan baku (ampas sagu) diolah menjadi briket sehingga briket ampas sagu berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Jika dibandingkan dengan biobriket dari biomassa lain yang memiliki karakteristik serat pertanian, karakteristik biobriket dari ampas sagu ini memiliki keunggulan, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan kualitas biobriket dari bahan

No	Jenis Briket	Nilai kalor (kal/g)
1	Bahan Ampas Sagu	4.599 kal/g
2	Bahan Sekam padi <sup>*1</sup>	4.328 kal/g
3	Bahan TKKS <sup>*2</sup>	4.132 kal/g

<sup>\*1</sup>Rifdah (2015)

<sup>\*2</sup>Handra (2017)

Nilai kalor dari briket ampas sagu sesuai dengan standar nilai kalor biobriket sebagai bahan bakar (4000 kal/g) melebihi kalor biobriket dari dua produk pembanding yaitu sekam padi dan tandan kosong kelapa sawit. Hal ini menunjukkan bahwa briket dari ampas sagu berpotensi sebagai energi terbarukan yang sesuai standar briket sebagai bahan bakar.

### Analisis Konsentrasi CO dan SOx dari Pembakaran Briket

Hasil pengujian emisi gas pembakaran briket ampas sagu, direkap pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Konsentrasi Gas CO dan SOx pembakaran Briket Ampas Sagu

Parameter	Konsentrasi (ppm)	Baku Mutu PerMenKes RI No 1077 Tahun 2011 (ppm)
Karbon monoksida	1,7	9 (8 jam)
Sulfur oksida	0,032	0,1 (24 jam)

Pengujian dilakukan dengan tinggi unggun briket sebesar 2/3 ruang pembakaran kompor. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi gas CO sebesar 1,7 ppm dan SOx sebesar 0,032 ppm, di mana hasil tersebut berada di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1077 Tahun 2011. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa biobriket dari bahan ampas sagu dapat dijadikan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan.

Pengukuran gas CO dan CO<sub>2</sub> dapat menggambarkan efisiensi termal dari pembakaran briket, dengan hasil perhitungan sebesar 28,15%. Nilai ini telah memenuhi baku mutu SNI 7626-2013 (dengan standar >20%).

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan karakteristik briket dari ampas sagu dengan kadar air sebesar 8,22%, kadar abu 30,51%, kadar zat menguap (volatile matter) 22,01%, dan nilai kalor 4.599 kal/g, yang menggambarkan potensinya sebagai bahan baku briket. Pengukuran konsentrasi CO dan SO<sub>x</sub> yang dihasilkan dari pembakaran briket berbahan ampas sagu juga berada di bawah baku mutu sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1077 Tahun 2011 tentang kualitas udara dalam ruangan dan SNI 7926-2013 tentang kinerja tungku biomassa. Hal ini menunjukkan bahwa briket biomassa dari ampas sagu memiliki potensi sebagai bahan bakar ramah lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, K. A., Suryaningsih., & Nurhilal, O. (2018). Analisa Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Cangkang Kopi terhadap Laju Pembakaran dan Emisi Karbon Monoksida (CO). *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 8(1), 44 – 48.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2000). SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu. BSN: Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2017). SNI 19-7119.7-2017 tentang Udara Ambien Bagian 7: Cara Uji Kadar Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) dengan Metoda Pararosanilin Menggunakan Spektrofotometer. BSN: Indonesia.
- Biarnes, Michael, E Instrumentasi Group LLC. (2008). <http://www.einstruments.com>, diakses pada 15 Desember 2022, Pkl. 00.21 WIB.
- Coto, Z. (1988). Perkiraan Konsumsi Kayu Bakar/Limbah Pertanian untuk Rumah Tangga sampai dengan Tahun 2000. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Denitasari, N. A. (2011). Briket Ampas Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Efendi, R., & Sungkono. (2021). Rancang Bangun dan Uji Kinerja Kiln untuk Tempurung Kemiri. *Jurnal Mekanova*, 7(2), 104-108.
- Goembira, F., Aristi, D.M., Nofriadi, D., dan Putri, T. N. (2021) Analisis Konsentrasi PM<sub>2,5</sub>, CO, dan CO<sub>2</sub>, serta Laju Konsumsi Bahan Bakar Biobriket Sekam Padi dan Jerami pada Kompor Biomassa., *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Universitas Diponegoro. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.201-210>
- Hafidawati, H., Yenie, E., dan Yoana, E. (2021). Analisis Pencemaran Gas SO<sub>2</sub> Dari Pembakaran Briket Tandan Kosong Sawit Dengan Variasi Ventilasi Dapur. *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*. 21(2): 364-371.
- Hafidawati, Yenie, E., dan Zahra, H. (2023). Analisis Emisi Gas Karbon Monoksida (CO) dari Aktivitas Pembakaran Briket Ampas Sagu dengan Variasi Bentuk Briket. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Riau.

- Haryanti, N. H., Noor, R., dan Aprilia, D. (2018). Karakterisasi dan Uji Emisi Briket Campuran Cangkang Biji Karet dan Abu Dasar Batubara. *Skripsi*, Falkutas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Haryanti, N. H., Suryajaya, S., Wardhana, H., Husain, S., Anggraini, Y., dan Sofi, N. (2018). Characterization of Briquette from Halaban Charcoal and Coal Combustion Ashes. *Journal of Physics*, 1120, 1-5.
- Haryanto, B., dan Pangloli, P. (1992). *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Handra, N., Kasim, A., Gunawarman., Santosa. (2017). Pengaruh Ukuran partikel biobriket TKKS terhadap Nilai kalor. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, 7(1)56-62.
- Peraturan Menteri Kesehatan No.1077 Tahun (2011). Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah.
- Rani, I.T., Hidayat, W., Febryano, I.G., Iryani, D., Haryanto, A. dan Udin, H. (2020)., Pangaruh Torefaksi Terhadap Sifat Kimia Briket Tanda Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(1), 63-70.
- Rifdah, R. (2015). Pengaruh Suhu Pembakaran Terhadap Nilai Kalor Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat Tepung Tapioka. *Berkala Teknik*, 5(1), 814-822.
- Veronika, E. W., Agustinus., Allo. E. P., dan Agnesari, L. (2017). Pelatihan Pembuatan Bahan Bakar Briket Ampas Sagu Sebagai Alternatif Energi dalam Skala Rumah Tangga di Distrik Sentani Timur. *Skripsi*, Falkutas Teknik, Universitas Cenderawasih.